



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원번호 : 10-2003-0023179
Application Number

출원년월일 : 2003년 04월 12일
Date of Application APR 12, 2003

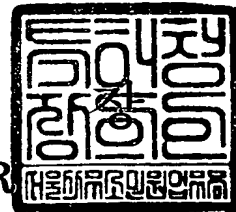
출원인 : 한국과학기술연구원
Applicant(s) KOREA INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY



2004 년 02 월 12 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	2047
【제출일자】	2003.04.12
【국제특허분류】	B82B 3/00
【발명의 명칭】	화염을 이용한 탄소나노물질 제조장치 및 제조방법
【발명의 영문명칭】	APPARATUS AND PROCESS FOR SYNTHESIS OF CARBON NANOTUBES OR CARBON NANOFIBERS USING FLAMES
【출원인】	
【명칭】	한국과학기술연구원
【출원인코드】	3-1998-007751-8
【대리인】	
【성명】	주성민
【대리인코드】	9-1998-000517-7
【포괄위임등록번호】	1999-023588-9
【대리인】	
【성명】	장수길
【대리인코드】	9-1998-000482-8
【포괄위임등록번호】	1999-023587-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	정종수
【성명의 영문표기】	JURNG, Jongsoo
【주민등록번호】	590419-1030921
【우편번호】	120-100
【주소】	서울특별시 서대문구 홍은동 진흥아파트 101-405
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이교우
【성명의 영문표기】	LEE, Gyo Woo
【주민등록번호】	690727-1122713

【우편번호】	139-208
【주소】	서울특별시 노원구 상계8동 주공아파트 1103-509
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	황정호
【성명의 영문표기】	HWANG, Jungho
【주민등록번호】	610203-1041818
【우편번호】	140-030
【주소】	서울특별시 용산구 이촌동 411 동아그린아파트 106-1402
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	배귀남
【성명의 영문표기】	BAE, Gwi-Nam
【주민등록번호】	610515-1558611
【우편번호】	136-090
【주소】	서울특별시 성북구 종암동 128 극동아파트 102-603
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 주성민 (인) 대리인 장수길 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	0 면 0 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	12 항 493,000 원
【합계】	522,000 원
【감면사유】	정부출연연구기관
【감면후 수수료】	261,000 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 반응가스 및 촉매금속을 외기와 차단하여 공급하는 원료 공급원, 상기 원료 공급원과 연통하며 상기 원료 공급원으로부터 공급되는 상기 촉매금속 및 상기 반응가스에 의해 탄소나노물질 생성반응이 일어나는 반응기, 상기 생성반응이 일어나는 온도로 상기 반응기를 유지하기 위해 상기 반응기 외부에서 열원으로서의 화염을 제공하는 화염제공수단, 상기 반응기에서 생성된 생성물로부터 상기 탄소나노물질을 수집하는 수집수단을 포함하는 탄소나노물질 제조장치를 개시한다.

본 발명의 장치는 화염을 이용한 간접가열에 의해 탄소나노물질 합성 환경을 제공함으로써, 장치의 구성이 간단하고, 저렴한 비용으로 운전이 가능하다는 장점을 갖는다.

【대표도】

도 2

【색인어】

탄소나노튜브, 탄소나노섬유, 탄소나노물질, 화염, 버너, 전기집진

【명세서】

【발명의 명칭】

화염을 이용한 탄소나노물질 제조장치 및 제조방법{APPARATUS AND PROCESS FOR SYNTHESIS OF CARBON NANOTUBES OR CARBON NANOFIBERS USING FLAMES}

【도면의 간단한 설명】

도 1a는 종래기술에 따른 아크방전장치의 개략도.

도 1b는 종래기술에 따른 아크발생장치의 개략도.

도 1c는 도 1b에 도시된 아크발생장치의 평면도.

도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 탄소나노물질 제조장치의 개략도.

도 2a는 도 2의 촉매금속 공급원의 구성을 도시한 개략도.

도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 탄소나노물질 제조장치의 개략도.

도 3a는 도 3의 반응가스 공급원 및 촉매금속 공급원의 구성을 도시한 개략도.

도 4는 본 발명의 제3 실시예에 따른 탄소나노물질 제조장치의 개략도.

도 5는 본 발명에 사용되는 표면 연소 버너의 예를 도시한 개략도.

도 6은 본 발명의 수집기의 구성을 도시한 개략도.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

60: 반응가스 공급원

62: 촉매금속 공급원

64: 연료 및 산화제 공급원

66: 버너

68: 반사판

70: 반응기

72: 열교환기

74: 수집기

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<20> 본 발명은 탄소나노물질 제조장치 및 제조방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 탄소 나노튜브 및 탄소나노섬유를 포함한 탄소나노물질을 화염을 이용한 간접가열에 의해 합성하는 제조장치 및 이러한 장치를 이용한 제조방법에 관한 것이다.

<21> 탄소나노튜브 또는 탄소나노섬유는 하나의 탄소 원자에 이웃하는 세 개의 탄소 원자가 sp² 결합으로 연결되어 육각 환형을 이루고, 이러한 육각 환형이 벌집 형태로 반복된 흑연면(graphite sheet)이 말려 실린더 형태를 이루고 있다. 이러한 실린더 형태의 구조는 그 직경이 일반적으로 수 nm 내지 수백 nm 이며, 그 길이는 직경의 수십 배 내지 수천 배 이상으로 긴 특성을 가진다.

<22> 탄소나노튜브는 흑연면이 말린 형태에 따라서 단일벽 나노튜브(single-wall nanotube), 다중벽 나노튜브(multi-wall nanotube) 및 다발형 나노튜브(rope nanotube) 등으로 구분될 수 있다. 또한, 흑연면이 말리는 각도 및 구조에 따라

탄소나노튜브는 다양한 전기적 특성을 가질 수 있다. 예를 들어, 이러한 탄소나노튜브 또는 탄소나노섬유가 안락 의자(arm-chair) 구조를 가질 때, 금속과 같은 전기적 도전성을 가진다고 알려져 있으며, 지그 재그(zig-zag) 구조를 가질 때 반도체적 특성을 나타낸다고 알려져 있다.

<23> 이러한 탄소나노튜브 또는 탄소나노섬유는 전기적 특성이 우수하고 기계적 강도가 크며 화학적으로 안정한 물질이므로 전자정보산업분야에서 다양한 방법으로 응용될 수 있을 것으로 기대되고 있다.

<24> 도 1a 내지 도 1c에는 종래 기술에 따른 탄소나노튜브 합성장치가 도시되어 있다. 도 1a는 회전 전극 아크 방전장치를, 도 1b는 아크 발생 장치를, 도 1c는 아크 발생 장치의 평면도를 도시하고 있다.

<25> 도 1a에 도시한 바와 같이, 회전 전극 아크방전 장치는 진공 배기구(11)에 의해 고진공이 가능한 진공 용기(vacuum vessel, 13)와, 진공 용기(13) 내에 위치하고 외부와 절연체(15)에 의하여 절연된 챔버(17)와, 챔버(17)의 상부 좌측에 설치되고 액체 질소, 액체 헬륨, 또는 극저온 상태의 물 등의 저온 액체를 주입할 수 있는 저온 액체 주입구(19)와, 챔버(17)의 중앙에 아크를 발생시킬 수 있는 아크 발생 장치(도 1b 참조)를 끼울 수 있는 개폐구(21)를 포함한다.

<26> 또한, 종래기술의 회전 전극 아크방전 장치는 챔버(17)의 바닥에 저온 액체나 합성된 탄소나노튜브를 배출할 수 있는 배출구(23)와, 배출구(23)를 통하여 배출되는 저온 액체나 탄소나노튜브를 조절할 수 있는 배출 밸브(25)와, 진공 용기(13) 및 챔버(17)의 우측에 챔버(17) 내부를 볼 수 있는 창(View ports, 27a, 27b)이 설치되어 있다.

<27> 도 1b 및 도 1c에는 아크 발생 장치가 도시되어 있다. 아크 발생 장치는 상술한 개폐구(21)에 끼울 수 있는 덮개부(31)와, 덮개부(31)의 일측에 덮개부(31)를 관통하여 챔버(17) 내부로 주입되는 음극 홀더(33)와, 음극 홀더(33)에 연결되고 상하로 이동할 수 있는 음극 홀더 지지체(35a, 35b)와, 음극 홀더 지지체(35a, 35b)에 연결되어 음전압을 인가하는 흑연으로 된 음극(37)을 구비한다. 또한, 아크 발생 장치는 음극 홀더(33)와 이격되어 있고 음극 홀더 지지체(35a, 35b)에 연결되어 음극의 수직방향의 위치를 조정할 수 있는 위치 조절부(41)와, 위치 조절부(41)와 이격되어 있고 덮개부(31)의 일측을 관통하여 챔버(17) 내부로 주입되는 양극 지지체(43)와, 고속으로 회전할 수 있는 양극 지지체(43)에 연결된 척(45)과, 척(45)에 연결되고 음극(37)과 대향되면서 양극 지지체(43) 및 척(45)에 의하여 고속으로 회전할 수 있고 양전압을 인가할 수 있는 양극(47)을 구비한다.

<28> 그러나, 이와 같이 구성된 종래기술의 탄소나노튜브 합성장치는 합성반응에 필요한 열을 공급하는 열원으로서 전기를 사용하고 있기 때문에 생산비가 높고, 또한, 아크를 발생시키기 위한 장치 등의 구조가 복잡하다는 단점을 갖는다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<29> 본 발명은 이러한 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 화염을 이용한 가열에 의해 탄소나노물질 합성에 필요한 열을 공급함으로써 저렴한 비용으로 장치 구성 및 운전이 가능한 탄소나노물질 제조장치 및 이러한 장치를 이용하는 탄소나노물질 제조방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

<30> 상술한 본 발명의 목적 및 또 다른 목적은, 반응가스 및 촉매금속을 외기와 차단하여 공급하는 원료 공급원, 상기 원료 공급원과 연통하며 상기 원료 공급원으로부터 공급되는 상기 촉매금속 및 상기 반응가스에 의해 탄소나노물질 생성반응이 일어나는 반응기, 상기 생성반응

이 일어나는 온도로 상기 반응기를 유지하기 위해 상기 반응기 외부에서 열원으로서의 화염을 제공하는 화염제공수단, 상기 반응기에서 생성된 생성물로부터 상기 탄소나노물질을 수집하는 수집수단을 포함하는 탄소나노물질 제조장치를 제공하여 달성될 수 있다.

<31> 또한, 본 발명은 상기한 바와 같은 장치를 이용한 탄소나노물질 제조방법을 제공한다.

【발명의 구성 및 작용】

<32> 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명한다.

<33> 설명에서 사용되는 용어 "탄소나노물질"은 탄소나노튜브 및 탄소나노섬유를 포함한 수 nm ~ 수백 nm의 직경을 가지는 탄소를 포함한 물질을 의미한다.

<34> 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 탄소나노물질 제조장치의 개략도이다. 탄소나노물질 제조장치는 반응가스 공급원(60), 촉매금속 공급원(62), 반사판(68), 반응기(70), 버너(66), 열교환기(72), 수집기(74)로 구성되어 있다.

<35> 반응가스 공급원(60)은 탄소나노물질을 합성하는데 필요한 탄소 소스가스를 반응기(70)로 공급한다. 이를 위해 반응기(70)와 연통하는 주공급관(78)과 반응가스 공급원(60)은 공급관(78a)으로 연결되어 있다. 탄소 소스가스로서는, 예를 들면, 메탄, 에틸렌, 아세틸렌, 사이클로헥산, 벤젠, 크실렌 등의 탄화수소가스가 바람직하다. 반응가스 공급원(60)은 일반적인 탄화수소 저장용기 등으로 구성될 수 있다.

<36> 촉매금속 공급원(62)은 탄소나노물질 합성에 필요한 기체상태의 촉매금속을 반응기(70)로 공급한다. 이를 위해 반응기(70)와 연통하는 주공급관(78)과 금속촉매금속 공급원(62)은 공급관(78b)으로 연결되어 있다. 촉매금속 소스로서는 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 혹은 $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ 등과 같은 메탈 나이트레이트(metal nitrate)가 바람직하지만, $\text{Fe}(\text{CO})_5$, $\text{Mo}(\text{CO})_6$, $\text{Co}_2(\text{CO})_8$, $(\text{C}_5\text{H}_5)_2\text{Fe}$ 및

$\text{Ni}(\text{CO})_5$ 등과 같은 유기금속 화합물도 사용 가능하다. $(\text{C}_5\text{H}_5)_2\text{Fe}$ 등과 같이 기화기만으로 촉매금속로의 기화가 어려운 경우에는 승화기(도시되지 않음) 등을 별도로 사용할 수도 있다.

<37> 도 2a에 도시한 바와 같이, 금속촉매금속 공급원(62)은 이러한 소스를 갖는 기화기(62a)와 운반가스 공급기(62b)로 구성될 수 있다. 기화기(62a)는 유량조절밸브(62c)를 통해 운반가스 공급기(62b)에 연결되어 있고, 기화기(62a) 내부에는 고체 혹은 액체 상태의 촉매금속이 수용되며, 이 촉매금속은 핫 플레이트(96; Hot plate) 등으로 구성할 수 있는 하부의 가열기에 의해서 가열되고 기화된다. 기화된 촉매금속은 운반가스에 의해서 반응기로 운반된다. 이때, 유량조절밸브(62c)는 운반가스로 이용되는 비활성 가스, 예를 들면, 아르곤 가스(Ar)의 기화기(62a)로의 유량을 조절하는 역할을 한다. 운반 가스 공급기(62b)가 아르곤 가스 등을 공급할 경우, 운반 가스 공급기(62b)는 아르곤 가스 저장 용기로 구성될 수 있다. 기화기(62a)에서 기화된 촉매금속은 운반가스와 함께 주공급관(78)으로 공급된다.

<38> 반응가스 공급원(60) 및 촉매금속 공급원(62)으로부터 공급된 가스는 주공급관(78)에서 혼합되어 반응기(70)로 공급된다. 주공급관(78) 및 반응기(70)는 석영재질의 관형상으로 하는 것이 바람직하다.

<39> 반응기(70)는 본 발명의 제1 실시예에서는 헬리컬 형상으로 구성된다. 이와 같이, 반응기(70)가 헬리컬 형상으로 구성되면, 버너(66)에 의해 제공되는 화염영역에 보다 넓은 반응기(70) 부분이 노출될 수 있어서 반응 소스가스 및 금속촉매 소스가스는 보다 오랜 시간동안 탄소나노물질 합성환경에 놓일 수 있다.

<40> 본 발명의 제1 실시예에 따르면, 반응기(70)의 하부에는 버너(66)가 설치되고 상부에는 반사판(68)이 설치된다.

- <41> 버너(66)는 반응기(70)에서 탄소 소스가스 및 촉매금속으로부터 탄소나노물질의 합성을 위해 필요한 온도를 유지하기 위해 반응기(70)를 가열하는 기능을 한다. 버너(66)에는 연료 및 산화제 공급원(64)으로부터 공급관(64a)을 통해 연소를 위한 연료 및 산화제가 공급된다. 연료는 버너(66)의 열량을 제어하기 용이한 연료가 바람직하며, LNG, LPG 등의 가스 상태의 연료가 보다 바람직하다. 산화제로서는 대표적인 예로 산소가 사용될 수 있다.
- <42> 반응기(70)에 필요한 온도를 조절하기 위해 버너(66)가 제공하는 열량은 적절하게 제어될 수 있다. 이러한 열량의 제어는 연료 및 산화제 공급원(64)으로부터 공급되는 연료 혹은 산화제의 양을 조절하거나 혹은 버너(66)와 반응기(70) 사이의 거리를 조절하여 달성될 수 있다. 버너(66)와 반응기(70) 사이의 거리를 조절하기 위해 버너(66)는 반응기(70)를 향해 접근하거나 반응기(70)로부터 멀어질 수 있게 화살표로 표시한 바와 같이 이동 가능한 것이 바람직하다. 제1 실시예에서는 반응기(70)의 전체 형상이 대략 원형이므로 버너(66)가 형성하는 화염이 원형이 되도록 원통형의 버너를 사용하는 것이 바람직하다. 본 발명의 버너(66)로 사용하기에 적절한 상용 버너의 예를 도 5를 참조하여 후에 자세히 기술할 것이다.
- <43> 반사판(68)은 반응기(70)를 중심으로 버너(66) 반대편에 위치되어 버너(66)에 의해 제공되는 열을 반사하는 기능을 한다. 반사판(68)도 버너(66)처럼 화살표로 표시된 바와 같이 반응기(70)로부터의 거리를 조절할 수 있도록 구성되는 것이 바람직하다.
- <44> 열교환기(72)는 반응기(70)를 거쳐 나오는 합성된 탄소나노물질을 냉각시키는 기능을 한다. 열교환기(72)로는 전열매체로 물을 사용하는 수냉식 열교환기가 바람직하다. 본 발명에서의 열교환기(72)의 사용은 선택적인 것으로서, 생성된 탄소나노물질이 수집기(74)에 도달할 때 수집기(74)에서의 공정에 적절한 온도로 냉각되어 있는 경우에는 사용하지 않을 수도 있다.

특히, 반응기(70)와 연결되어 있는 공급관(78c)의 길이가 긴 경우에는 이동 중에 반응 생성물이 냉각되므로 별도의 열교환기(72)가 필요없다.

<45> 수집기(74)는 반응 생성물인 탄소나노물질을 수집하기 위한 장치이다. 본 발명에 따른 수집기(74)는 전기집진방법을 사용하여 탄소나노물질을 수집한다. 수집기(74)에 대해서는 도 6을 참조하여 후에 자세히 설명한다. 그러나, 본 발명에 따르면 파라핀 버블링 장치를 탄소나노물질을 수집하기 위한 장치로 사용할 수도 있다.

<46> 도 3에는 본 발명의 제2 실시예에 따른 탄소나노물질 제조장치의 개략도가 도시되어 있다.

<47> 제2 실시예의 설명에 있어, 제1 실시예와 동일한 부품에는 동일한 참조부호를 부여하고 설명을 생략한다.

<48> 제1 실시예와는 다르게, 제2 실시예의 제조장치에서는 반응 소스가스와 촉매금속이 독립적으로 공급되어 혼합되지 않고, 반응 소스가스가 공급관(78a)을 거쳐 촉매금속 공급원(63)으로 공급된다. 도 3a에 도시한 바와 같이, 이 경우, 금속촉매 공급원(63)은 기화기만으로 구성될 수 있고, 반응가스 공급원(60)은 반응가스 저장 용기로 구성될 수 있다. 촉매금속 공급원(63)에서는 액상의 촉매소스로부터 나온 촉매금속 사이로 반응 소스가스가 혼합되며, 이 혼합기체는 반응가스가 운반가스로서 기능하여 주공급관(78)으로 공급된다.

<49> 도 4에는 본 발명의 제3 실시예의 탄소나노물질 제조장치가 도시되어 있다.

<50> 제3 실시예의 제조장치의 설명에 있어, 제1 실시예와 동일한 부품에는 동일한 참조부호를 부여하고 설명을 생략한다.

- <51> 제3 실시예에서, 반응기(70')는 지그재그(zigzag) 형상의 석영관이다. 반응기(70')의 상측 및 하측 모두에 버너(66')가 설치되어 있다. 상측 및 하측의 버너(66')는 동일한 형상인 것이 바람직한데, 제3 실시예에서는 지그재그 형상의 반응기(70')를 고려하여 버너(66')의 형상을 사각형으로 하는 것이 바람직하다.
- <52> 또한, 상측 및 하측 버너(66')는 반응기(70')쪽으로 접근하거나 이로부터 멀어질 수 있게 이동 가능하게 구성하는 것이 바람직하다. 이와 같이 구성함으로써, 반응기(70')에 제공하는 열량 조절을 용이하게 수행할 수 있다.
- <53> 도 5에는 본 발명의 버너(66, 66')로서 사용될 수 있는 버너(100)의 예가 도시되어 있다. 본 발명의 반응기(70, 70')를 필요 온도로 가열하기 위해 사용되는 화염은 복사 열전달 특성이 좋고 불순물의 발생이 적은 예혼합 평면화염(pre-mixed flat flames) 혹은 부분 예혼합 평면화염(partially pre-mixed flat flames)인 것이 바람직하다. 이러한 화염을 제공하기 위한 버너로서는 도 5에 제공되는 바와 같은 표면 연소 버너(100; surface combustion burner)가 적절하다.
- <54> 표면 연소 버너(100)는 본체(108)와 매트(104)로 구성된다. 본체(108)의 중앙 하부로부터는 화살표로 표시한 바와 같이, 일정한 유속의 연료가스 및 산화제(혹은 공기) 혼합물이 유입되고, 혼합물은 가스투과성 재료인 매트(104)를 투과하는 과정에서 연소된다. 이 때, 연료가스 및 산화제의 유속에 따라 다르지만, 형성되는 화염의 길이(h)는 대략 1cm 정도이다. 매트(104)로서는 일반적으로 다공성의 금속 섬유를 사용하여 형성되며 많은 상업적인 제품이 공개되어 있다.

<55> 다양한 많은 상업적 버너가 사용 가능하지만, 평면화염을 제공할 수 있는 버너라면 어떠한 것이라도 본 발명의 장치에 사용 가능하다는 것을 당업계의 통상의 지식을 가진 자라면 알 수 있을 것이다.

<56> 도 6에는 본 발명의 전기집진방식의 수집기의 일 예(80)가 도시되어 있다. 수집기(80)는 하전유닛(82)과 부착유닛(84)으로 구성된다. 하전유닛(82)에는 교류전원(82a)을 이용하여 교류 전기장을 형성함으로써 다량의 이온(90)이 분포하는 저온 플라즈마 상태의 스트리머(streamer)를 형성한다. 반응기(70, 70')로부터 생성된 탄소나노물질(92)은 하전유닛(82)에 도달하면 분포된 이온(90)에 의해 각각 양 혹은 음으로 대전된다.

<57> 부착유닛(84)에는 직류전원(84a)에 연결되어 각각 양극 및 음극 전압이 걸리는 한 쌍의 집진판(86) 사이에 직류 전기장이 형성되어 있다. 대전된 탄소나노물질(92)이 하전유닛(82)을 떠나 부착유닛(84)에 도달되면, 이들은 각각 대전된 극과 반대의 극성을 갖는 집진판(86)에 부착된다. 집진판(86)에 부착된 탄소나노물질(92)은 긁어내어 별도의 여과기 등을 거쳐 정제할 수 있다.

【발명의 효과】

<58> 본 발명의 탄소나노물질 제조장치에 따르면, 화염을 이용한 간접가열에 의해 탄소나노물질 합성 환경을 제공함으로써, 전기를 이용하는 종래의 탄소나노물질 제조장치에 비해 저렴한 비용으로 제조장치를 구성할 수 있다.

<59> 또한, 탄소나노물질 합성 반응이 일어나는 공간과 반응에 필요한 열원인 버너의 화원이 위치하는 공간이 서로 격리되어 있기 때문에, 화염에 의해 생성되는 불순물이 반응 생성물에 침투할 우려를 배제할 수 있다.

<60> 또한, 종래 기술의 탄소나노물질 제조장치에서 주기적으로 발생하는 탄소 전극 교체, 혹은 기관의 교체 등과 같은 작업이 없기 때문에, 본 발명의 탄소나노물질 제조장치는 연속운전이 가능하여 대량생산이 쉬운 구성으로 되어 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

반응가스 및 촉매금속을 외기와 차단하여 공급하는 원료 공급원,

상기 원료 공급원과 연통하며 상기 원료 공급원으로부터 공급되는 상기 촉매금속 및 상기 반응가스에 의해 탄소나노물질 생성반응이 일어나는 반응기,

상기 생성반응이 일어나는 온도로 상기 반응기를 유지하기 위해 상기 반응기 외부에서 화염을 제공하는 화염제공수단,

상기 반응기에서 생성된 생성물로부터 상기 탄소나노물질을 수집하는 수집수단을 포함하는

탄소나노물질 제조장치.

【청구항 2】

제1항에 있어서, 상기 반응가스는 메탄, 에틸렌, 아세틸렌, 일산화탄소, 사이클로헥산, 벤젠 및 크실론을 포함하는 그룹으로부터 선택된 어느 하나인 것을 특징으로 하는 탄소나노물질 제조장치.

【청구항 3】

제1항에 있어서, 상기 촉매금속은 메탈 나이트레이트인 것을 특징으로 하는 탄소나노물질 제조장치.

【청구항 4】

제1항에 있어서, 상기 반응기는 석영관인 것을 특징으로 하는 탄소나노물질 제조장치.

【청구항 5】

제1항에 있어서, 상기 화염제공수단은 표면 연소 버너인 것을 특징으로 하는 탄소나노물질 제조장치.

【청구항 6】

제5항에 있어서, 상기 표면 연소 버너는 상기 반응기를 중심으로 상하 대칭관계로 배치되는 것을 특징으로 하는 탄소나노물질 제조장치.

【청구항 7】

제1항 또는 제4항에 있어서, 상기 반응기는 헬리컬 형상인 것을 특징으로 하는 탄소나노물질 제조장치.

【청구항 8】

제1항 또는 제4항에 있어서, 상기 반응기는 지그재그 형상인 것을 특징으로 하는 탄소나노물질 제조장치.

【청구항 9】

제1항에 있어서, 상기 수집수단은 상기 반응기와 연통하며 교류전기장을 인가하여 상기 생성물을 대전시키는 하전유닛과, 상기 하전유닛과 연통하며 직류전기장을 형성하는 한 쌍의 집진판을 구비하여 상기 생성물을 집진판에 부착시키는 부착유닛으로 구성된 것을 특징으로 하는 탄소나노물질 제조장치.

【청구항 10】

제1항 내지 제6항 및 제9항 중 어느 한 항의 탄소나노물질 제조장치를 이용한 탄소나노물질 제조방법.

【청구항 11】

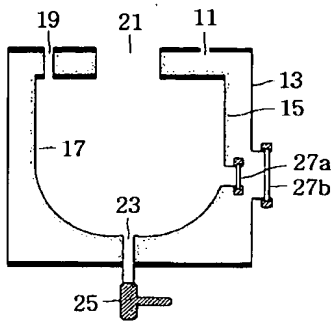
제7항의 탄소나노물질 제조장치를 이용한 탄소나노물질 제조방법.

【청구항 12】

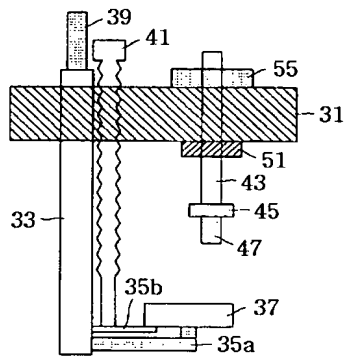
제8항의 탄소나노물질 제조장치를 이용한 탄소나노물질 제조방법.

【도면】

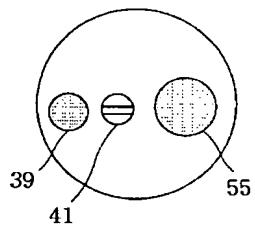
【도 1a】



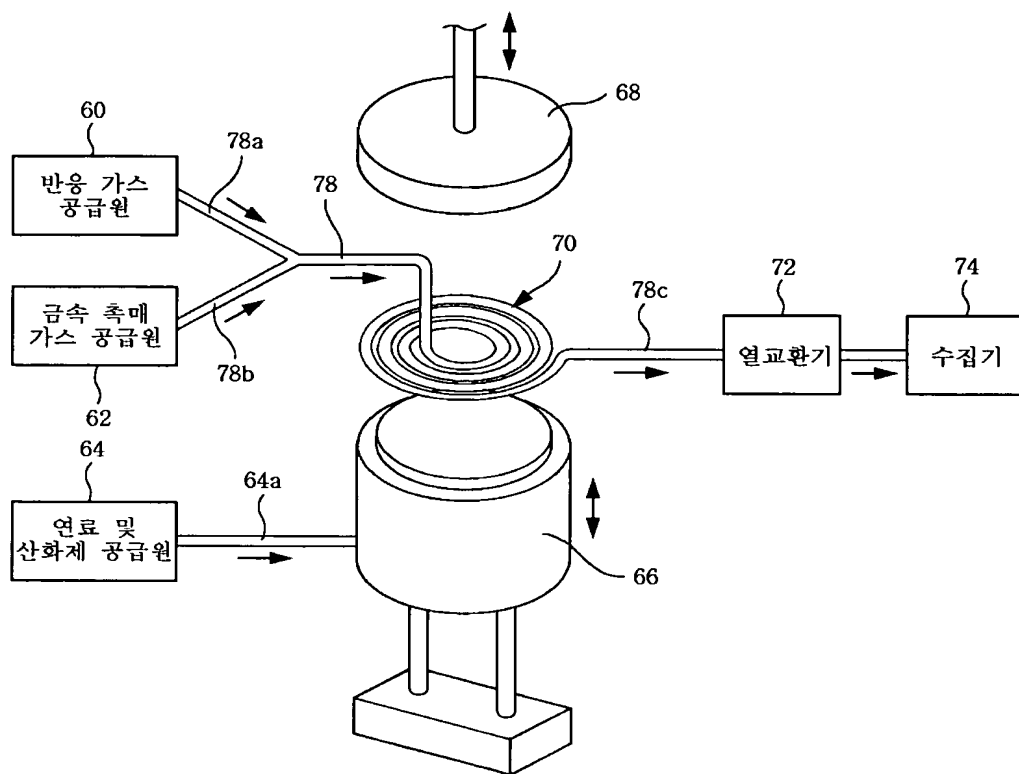
【도 1b】



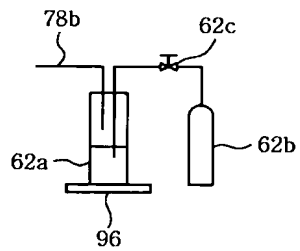
【도 1c】



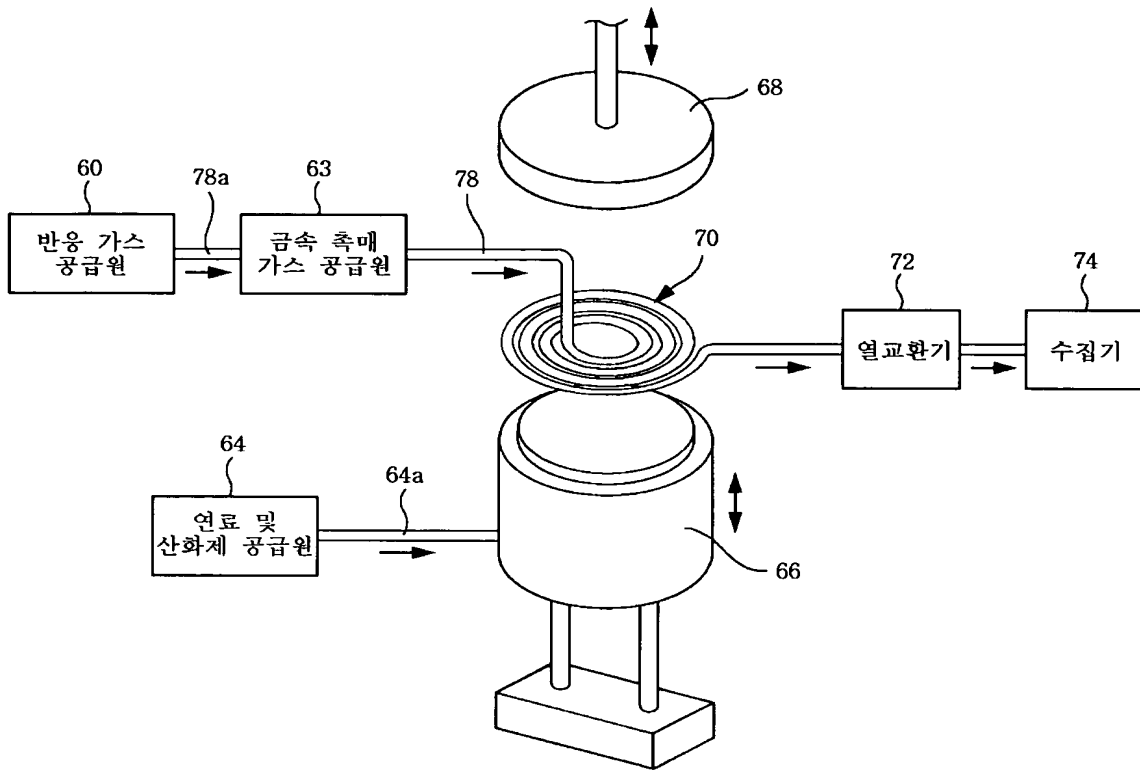
【도 2】



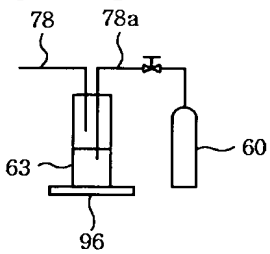
【도 2a】



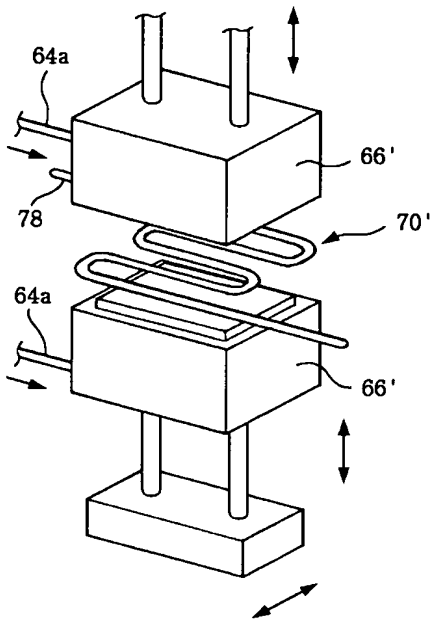
【도 3】



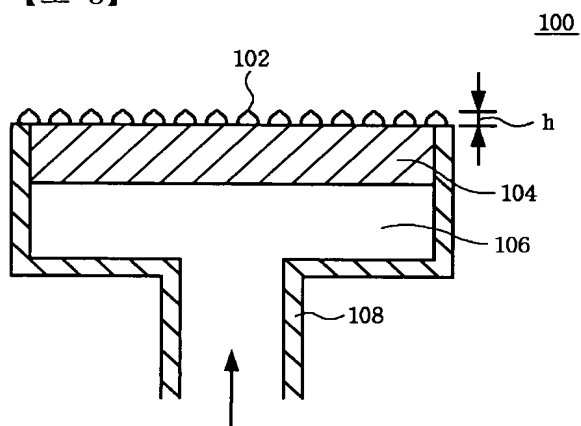
【도 3a】



【도 4】



【도 5】



【도 6】

